

# Analisis Faktor-Faktor Risiko yang Mempengaruhi Jumlah Kasus Malaria di Jawa Timur Tahun 2013 dengan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR)

Nurina Hayu Ratri dan Purhadi

Jurusan Statistika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: purhadi@statistika.its.ac.id

**Abstrak**—Indonesia memiliki program nasional untuk bebas dari malaria pada tahun 2030, akan tetapi sebelumnya diharapkan Pulau Jawa dan Bali akan terbebas dari malaria terlebih dahulu pada tahun 2015. Jawa Timur merupakan provinsi di Pulau Jawa yang mana masih terdapat kasus malaria, apalagi di beberapa daerah endemik ditemukan jumlah kasusnya cukup tinggi. Berdasarkan hal tersebut dalam penelitian ini akan dilakukan analisis faktor-faktor yang mempengaruhi malaria dengan melakukan pemodelan jumlah kasus malaria menggunakan metode *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR). Pemodelan dengan regresi Poisson diindikasikan terjadi overdispersi dan diatasi dengan regresi Binomial Negatif. Dengan memperhatikan aspek spasial maka digunakan metode GWNBR. Pemodelan GWNBR menghasilkan tiga pengelompokan kabupaten/kota berdasarkan variabel yang signifikan. Variabel yang mempengaruhi jumlah kasus malaria di semua kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur adalah persentase rumah sehat ( $X_1$ ), persentase rumah tangga dengan pembuangan limbah sehat ( $X_2$ ), persentase puskesmas ( $X_3$ ), persentase penyuluhan kesehatan ( $X_4$ ), persentase rumah tangga dengan PHBS ( $X_5$ ), persentase rumah tangga dengan sarana air bersih ( $X_6$ ) dan persentase TUPM sehat ( $X_8$ ). Pemodelan dengan menggunakan GWNBR menghasilkan nilai AIC paling minimum apabila dibandingkan dengan regresi Poisson dan Binomial Negatif.

**Kata Kunci**— GWNBR, Malaria, Regresi Binomial Negatif, Regresi Poisson, Spasial

## I. PENDAHULUAN

**M**ALARIA merupakan penyakit parasit yang hampir ditemukan di seluruh bagian dunia termasuk Indonesia dengan penduduk yang berisiko terkena berjumlah sekitar 2,3 milyar orang atau 41 % dari jumlah penduduk dunia[1]. Penyakit tersebut ditularkan melalui vektor yaitu nyamuk *Anopheles* yang mana banyak spesiesnya ditemukan di Indonesia. Diketahui bahwa cara memberantas vektor malaria yang paling tepat adalah dengan memberdayakan masyarakat untuk berperilaku hidup sehat sebagai usaha pencegahan dan pemberantasan malaria[2]. Upaya ini akan bermanfaat untuk jangka waktu yang lama dan berimbas pada sektor lain. Munculnya penyakit malaria disebabkan oleh berbagai faktor yang menunjang vektor nyamuk *Anopheles* bisa tetap *survival*.

Sebagai kelanjutan dari program nasional untuk Indonesia Bebas Malaria di tahun 2030, Dinas Kesehatan

memiliki target bahwa Pulau Jawa dan Bali sebagai daerah yang bukan endemik malaria akan bebas dari penyakit malaria terlebih dahulu pada tahun 2015. Jawa Timur sebagai salah satu provinsi di Pulau Jawa dengan jumlah penduduk tertinggi kedua di Indonesia setelah Jawa Barat[3], ditemukan bahwa sepanjang tahun 2012 masih terdapat 1320 kasus malaria dan pada 2012 dan 2013 telah menimbulkan 7 kematian[4]. Banyak ditemukan kasus malaria di beberapa daerah endemik malaria di Jawa Timur.

Berdasarkan hal tersebut permasalahan yang akan dipecahkan dalam penelitian ini adalah mengetahui faktor-faktor penyebab jumlah kasus malaria di Jawa Timur pada tahun 2013 dengan metode *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR). Metode ini merupakan pengembangan dari metode *negative binomial* dimana memperhatikan aspek data spasial serta dapat menangani kasus overdispersi pada regresi Poisson. Sebelumnya telah dilakukan beberapa penelitian mengenai malaria salah satunya yaitu analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kasus malaria di Maluku, Maluku Utara dan Papua dengan analisis regresi tanpa memperhatikan aspek spasial[5]. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan tambahan informasi mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus malaria terutama di daerah endemik sehingga dapat dijadikan acuan dan bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan sebagai upaya menghilangkan kasus malaria di Provinsi Jawa Timur.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Statistika Deskriptif

Merupakan analisis yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian data sehingga dapat memberikan informasi yang berguna. Analisis ini bertujuan menguraikan tentang sifat-sifat atau karakteristik dari suatu keadaan dan untuk membuat deskripsi atau gambaran yang sistematis dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat dari fenomena yang diselidiki.

### B. Regresi Poisson

Merupakan model regresi nonlinier dimana variabel respon (Y) mengikuti distribusi Poisson. Fungsi peluang dari distribusi Poisson adalah sebagai berikut[6].

$$f(y, \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}; y = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

Dengan  $\mu$  adalah rata-rata variabel random Y yang berdistribusi Poisson dimana nilai rata-rata dan varians dari Y mempunyai nilai lebih dari nol dan nilai rata-rata dan varians adalah sama

Model regresi Poisson dituliskan sebagai berikut[6].

$$\ln(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi} \quad (2)$$

$i = 1, 2, \dots, n$

Dengan  $\mu_i$  merupakan rata-rata jumlah kejadian yang terjadi dalam interval waktu tertentu.

Dalam kasus pemodelan regresi yang akan terdiri atas beberapa variabel prediktor, biasanya akan terjadi kasus multikolinieritas. Multikolinieritas merupakan suatu kondisi dimana terjadi korelasi yang kuat diantara variabel-variabel prediktor. Salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam pemodelan regresi adalah tidak terjadi kasus multikolinieritas karena taksiran error yang terjadi akan memiliki nilai yang besar. Multikolinieritas dapat dideteksi dengan menggunakan nilai VIF, jika nilai  $VIF > 10$  maka terjadi kasus multikolinieritas.

Metode yang digunakan untuk menaksir parameter adalah Maximum Likelihood Estimation (MLE)[7]. Dalam regresi Poisson parameter yang ditaksir adalah  $\beta$ . Untuk mendapatkan nilai taksiran langkah yang dilakukan adalah membentuk fungsi likelihood dari fungsi Poisson dan dilanjutkan dengan iterasi newton Raphsonn.

Untuk pengujian parameter regresi Poisson adalah untuk mengetahui pengaruh dari suatu variabel prediktor terhadap respon dengan tingkat signifikansi tertentu. Hipotesis untuk pengujian parameter model regresi Poisson secara serentak sebagai berikut.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1: \text{paling sedikit ada satu } \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = -2 \ln \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \quad (3)$$

Statistik uji ini mengikuti distribusi chi-square dengan derajat bebas p dan keputusan tolak  $H_0$  jika  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(p)}$

Setelah itu perlu dilakukan pengujian variabel secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji yang digunakan adalah

$$Z_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_k}{se(\hat{\beta}_k)} \quad (4)$$

Keputusan tolak  $H_0$  jika  $|Z_{hitung}| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$

### C. Deteksi Overdispersi

Metode regresi Poisson mensyaratkan kondisi dimana nilai mean dan varians variabel respon bernilai sama atau kondisi *equidispersion*. Namun sering terjadi kondisi *overdispersion* dalam data yang dimodelkan. Kondisi *overdispersion* dapat ditulis  $Var(Y) > E(Y)$ . *Overdispersion* dapat terjadi karena adanya variasi yang besar pada variabel respon juga adanya pencilaan pada data.

### D. Regresi Binomial Negatif

Pada regresi Binomial Negatif, variabel respon diasumsikan berdistribusi Binomial Negatif yang dihasilkan dari distribusi *mixture* Poisson- Gamma[8].

Diperoleh fungsi massa Binomial Negatif adalah

$$f(y, \mu, \theta) = \frac{\Gamma(y+1/\theta)}{\Gamma(1/\theta)y!} \left(\frac{1}{1+\theta\mu}\right)^{1/\theta} \left(\frac{\theta\mu}{1+\theta\mu}\right)^y \quad (5)$$

$$y = 0, 1, 2, \dots$$

Bentuk persamaan dari regresi Binomial Negatif adalah seperti pada persamaan (2). Estimasi parameter Model Regresi Binomial Negatif menggunakan metode maksimum likelihood dengan prosedur Newton Raphsonn.

Hipotesis yang digunakan untuk uji serentak regresi Binomial Negatif adalah sebagai berikut.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1: \text{paling tidak ada satu } \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \left[ \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right] = 2 \left[ \ln(L(\hat{\Omega})) - \ln(L(\hat{\omega})) \right] \quad (7)$$

Keputusan yang diambil akan tolak  $H_0$  jika  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(p)}$ . Berikut adalah hipotesis yang digunakan untuk pengujian parameter secara parsial.

$$H_0: \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji yang digunakan adalah

$$z = \frac{\hat{\beta}_k}{se(\hat{\beta}_k)} \quad (8)$$

Dengan  $(se(\hat{\beta}_k))^2$  merupakan elemen dari diagonal ke  $k + 1$  dari  $var(\hat{\beta})$ . Keputusan yang diambil adalah tolak  $H_0$  jika  $|z_{hitung}| > z_{\frac{\alpha}{2}}$ .

### E. Pengujian Spasial

Terdapat dua pengujian spasial yaitu dependensi spasial dan heterogenitas spasial. Pengujian Dependensi dilakukan untuk melihat apakah pengamatan disuatu lokasi berpengaruh terhadap pengamatan dilokasi lain yang letaknya berdekatan yaitu dengan *Moran's I*. Hipotesisnya adalah.

$$H_0: I = 0 \text{ (tidak ada dependensi spasial)}$$

$$H_1: I \neq 0 \text{ (terdapat dependensi spasial)}$$

Statistik uji :

$$Z_I = \frac{I - E(I)}{\sqrt{var(I)}} \quad (10)$$

$$\hat{I} = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}) \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

dimana  $y_i$  merupakan nilai pengamatan pada lokasi ke-i dan  $y_j$  adalah nilai pengamatan pada lokasi ke-j.  $\bar{y}$  merupakan rata-rata dari  $y_i$  dan n merupakan banyaknya pengamatan, sedangkan  $w_{ij}$  adalah elemen matriks pembobot kernel *adaptive biquare*.

Rumus persamaan nilai mean dan varians *Moran's I* adalah sebagai berikut

$$E(\hat{I}) = \frac{-1}{(n-1)}$$

$$Var(\hat{I}) = \frac{n^2 s - n s_2 + 3 s_0^2}{(n^2 - 1) s_0^2} - E(\hat{I})^2$$

Keputusan tolak  $H_0$  jika nilai  $|Z_I| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$ .

Pengujian heterogenitas spasial dilakukan untuk melihat apakah terdapat kekhasan pada setiap lokasi pengamatan, sehingga parameter regresi yang dihasilkan

akan berbeda secara spasial. Heterogenitas spasial diuji dengan menggunakan statistik uji *Breusch-Pagan*.

$H_0 : \sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \dots = \sigma^2_n = \sigma^2$  (variansi antar lokasi sama)

$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma^2_i \neq \sigma^2 ; i = 1, 2, \dots, n$  (variansi antar lokasi berbeda)

Statistik uji :

$$BP = \left(\frac{1}{2}\right) f^T Z (Z^T Z)^{-1} Z^T f \sim \chi^2_{(p)} \quad (11)$$

Keputusan tolak  $H_0$  jika  $BP > \chi^2_{(p)}$  atau nilai  $p\text{-value} < \alpha$ .

*F. GWNBR (Geographically Weighted Negative Binomial Regression)*

GWNBR merupakan pengembangan dari model regresi Binomial Negatif. Model akan menghasilkan parameter lokal dengan tiap lokasi akan memiliki parameter yang berbeda. Model GWNBR dirumuskan yaitu[9].

$$y_i \sim NB \left[ \exp \left( \sum_k \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} \right), \theta_i \right] \quad (12)$$

$i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, p$

dimana,

$y_i$ : Nilai observasi respon ke- $i$

$x_{ik}$ : nilai observasi variabel prediktor ke- $k$  pada pengamatan lokasi  $(u_i, v_i)$

$\beta_k(u_i, v_i)$ : koefisien regresi variabel prediktor ke- $k$  untuk setiap lokasi  $(u_i, v_i)$

$\theta_i$ : parameter dispersi untuk setiap lokasi

Estimasi parameter model GWNBR menggunakan metode Maksimum Likelihood dan didapatkan fungsi likelihood sebagai berikut.

$$L(\beta(u_i, v_i), \theta_i | y_i, x_i) =$$

$$\prod_{i=1}^n \left( \prod_{r=0}^{y_i-1} \left( r + \frac{1}{\theta_i} \right) \right) \frac{1}{(y_i!)} \left( \frac{1}{1 + \theta_i \mu_i} \right)^{1/\theta_i} \left( \frac{\theta_i \mu_i}{1 + \theta_i \mu_i} \right)^{y_i} \quad (13)$$

Terdapat 2 pengujian dalam GWNBR yaitu sebagai berikut,

a. Pengujian kesamaan model GWNBR dengan regresi Binomial Negatif

Hipotesis yang digunakan sebagai berikut.

$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k; i = 1, 2, \dots, n$

$H_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k, k = 1, 2, \dots, p$

Statistik uji :

$$F_{hit} = \frac{\text{Devians Model A} / df_A}{\text{Devians Model B} / df_B} \quad (14)$$

Dimisalkan model A merupakan model Binomial Negatif dan model B adalah model GWNBR. Tolak  $H_0$  jika  $F_{hit} > F_{(\alpha, df_A, df_B)}$

b. Pengujian signifikansi parameter model GWNBR terdiri dari uji serentak dan parsial

Uji signifikansi secara serentak dengan menggunakan hipotesis;

$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots = \beta_p(u_i, v_i) = 0,$

$i = 1, 2, \dots, n$

$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_k(u_i, v_i) \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$

Statistik Uji:

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \left( \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega})) \quad (15)$$

Keputusan tolak  $H_0$  jika statistik uji  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(p)}$

Pengujian signifikansi secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = 0$

$H_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$

Statistik uji:

$$z = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{se(\hat{\beta}_k(u_i, v_i))} \quad (16)$$

$H_0$  ditolak jika statistik uji  $|z| > z_{(\alpha/2)}$ .

Pembobotan yang dilakukan dalam metode GWNBR yang digunakan adalah dengan fungsi *adaptive bisquare kernel* yaitu sebagai berikut.

$$w_{j(u_i, v_i)} = \begin{cases} \left( 1 - \left( d_{ij}/b \right)^2 \right)^2, & \text{untuk } d_{ij} \leq b \\ 0, & \text{untuk } d_{ij} > b \end{cases} \quad (17)$$

*G. Pemilihan Model Terbaik*

Salah satu kriteria informasi dalam pemilihan model terbaik yang paling sering digunakan adalah Akaike's Information Criteria (AIC).

$$AIC = -2 \ln \hat{L}(\hat{\theta}) + 2k \quad (18)$$

dimana  $\hat{L}(\hat{\theta})$  adalah nilai likelihood dan  $k$  adalah jumlah parameter pada tiap model yang terbentuk.

*H. Malaria*

Penyakit malaria ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina yang sudah terinfeksi oleh parasit malaria (*Plasmodium sp.*) dan dianggap menjadi penyakit yang tidak pernah hilang (*emerging*)[10]. Malaria merupakan salah satu indikator dari target Pembangunan Milenium (MDGs), dimana ditargetkan untuk menghentikan penyebaran dan mengurangi kejadian insiden malaria pada tahun 2015 yang dilihat dari indikator menurunnya angka kesakitan dan angka kematian akibat malaria. *Global Malaria Programme (GMP)*. Di dalam GMP ditargetkan 80% penduduk terlindungi dan penderita mendapat pengobatan *Arthemisinin based Combination Therapy* (ACT).

Saat ini, belum ada obat yang efektif untuk menyembuhkan penyakit malaria, oleh karena diperlukan upaya bahwa cara memberantas vektor malaria yang paling tepat adalah dengan memberdayakan masyarakat untuk berperilaku hidup sehat sebagai usaha pencegahan dan pemberantasan malaria. Perilaku merupakan faktor terbesar kedua setelah faktor lingkungan yang mempengaruhi kesehatan individu, kelompok, atau masyarakat dalam memberantas malaria[11].

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data yang digunakan adalah data Profil Kesehatan Dinas Kesehatan Jawa Timur 2013 dan Laporan Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) Jawa Timur tahun 2013. Unit observasi yang diteliti adalah 29 kabupaten dan

9 kota di Jawa Timur. Variabel Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel dependen dan variabel independen adalah sebagai berikut,

1. Jumlah kasus malaria di tiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur tahun 2013 (Y)
2. Persentase rumah sehat ( $X_1$ )
3. Persentase rumah tangga dengan pengelolaan air limbah sehat ( $X_2$ )
4. Persentase puskesmas ( $X_3$ )
5. Persentase Penyuluhan Kesehatan ( $X_4$ )
6. Persentase Rumah Tangga dengan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat ( $X_5$ )
7. Persentase rumah tangga dengan sarana air bersih ( $X_6$ )
8. Persentase penderita malaria yang mendapatkan program ACT ( $X_7$ )
9. Persentase tempat umum dan pengelolaan makanan (TUPM) sehat ( $X_8$ )
10. Persentase rumah tangga yang tinggal di daerah kumuh ( $X_9$ )

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut,

1. Mendeskripsikan karakteristik kasus malaria di Jawa Timur dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi.
2. Mendapatkan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi jumlah kasus malaria
  - a. Mendeteksi adanya kasus multikolinieritas pada variabel independen menggunakan nilai VIF (*Variance Inflation Factors*) dan nilai koefisien korelasi pearson serta mengatasinya.
  - b. Mendapatkan model dengan menggunakan regresi Poisson.
  - c. Mendeteksi adanya kasus overdispersi dengan membagi nilai devians dengan derajat bebas.
  - d. Mendapatkan model menggunakan regresi Binomial Negatif.
  - e. Memodelkan GWNBR untuk mendapatkan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi jumlah kasus malaria di Jawa Timur pada tahun 2013 serta membandingkan nilai AIC

#### IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

##### A. Deskriptif Kasus Malaria di Jawa Timur tahun 2013

Kasus Malaria di Jawa Timur pada tahun 2013 adalah sebesar 1070 kasus dengan rata-rata sebesar 28,128 dan varians 1852,461, dimana persebarannya hampir di seluruh kabupaten/kota. Kasus tertinggi adalah Kabupaten Trenggalek yaitu 155 kasus yang kemudian diikuti oleh Kabupaten Malang dan Banyuwangi dengan 134 dan 130 kasus. Kabupaten Trenggalek merupakan salah satu daerah di Jawa Timur yang endemis terhadap Malaria, dimana dilihat dari ditemukannya kasus yang relatif tinggi dari tahun ke tahun. Telah terdapat beberapa kabupaten/kota yang bebas dari malaria pada tahun 2013 yaitu Kabupaten Tuban, Sampang, Pamekasan, Kota Kediri, Probolinggo, Pasuruan, Mojokerto dan Batu dimana pada daerah tersebut tidak terdapat kasus malaria sepanjang tahun 2013.

##### B. Pemeriksaan Multikolinieritas

Salah satu cara untuk mendeteksi adanya kasus multikolinieritas, yaitu dengan melihat nilai VIF (*Variance Inflation Factor*). Berikut ini disajikan nilai VIF.

Tabel 1. Nilai VIF dari Variabel Prediktor

Variabel Prediktor	VIF	Variabel Prediktor	VIF	Variabel Prediktor	VIF
$X_1$	2,497	$X_4$	1,332	$X_7$	1,793
$X_2$	1,292	$X_5$	1,724	$X_8$	1,792
$X_3$	1,421	$X_6$	1,33	$X_9$	1,246

Tabel 1 menunjukkan nilai VIF dari masing-masing variabel prediktor memiliki nilai VIF kurang dari 10, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat kasus multikolinieritas.

##### C. Pemodelan Regresi Poisson

Berikut estimasi parameter model regresi Poisson,

Tabel 2. Estimasi Parameter Model Regresi Poisson

	Estimate	Std. Error	Z Value	P Value
(Intercept)	26,712	0,052	51,338	< 2e-16 *
$ZX_1$	0,4696	0,0495	9,491	< 2e-16 *
$ZX_2$	0,3878	0,0365	10,636	< 2e-16 *
$ZX_3$	13,526	0,0557	24,303	< 2e-16 *
$ZX_4$	-0,6854	0,0586	-11,693	< 2e-16 *
$ZX_5$	-0,6762	0,0521	-12,983	< 2e-16 *
$ZX_6$	-0,2929	0,0369	-7,947	< 1,9e-15 *
$ZX_7$	0,8194	0,0410	19,986	< 2e-16 *
$ZX_8$	-0,2265	0,0521	-4,347	< 1,3e-05 *
$ZX_9$	-0,7188	0,0486	-14,805	< 2e-16 *

Tabel 2. (Lanjutan)

<b>Deviance= 851,71</b>	<b>df=28</b>	<b>AIC = 1006,8</b>
-------------------------	--------------	---------------------

\*) signigikan pada alpha 15%.

Berdasarkan hasil pengujian serentak dengan taraf signifikansi 15% didapatkan  $\chi^2_{(9)}$  sebesar 13,463 yang artinya lebih kecil dari nilai deviance (851,71) sehingga tolak  $H_0$  yang berarti paling sedikit ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Hasil pengujian secara individu dengan taraf signifikansi 15% didapatkan  $z_{(0,15/2)}$  sebesar 1,44 sehingga semua variabel prediktor berpengaruh terhadap jumlah kasus malaria. Sehingga didapatkan model Poisson sebagai berikut.

$$\ln(\hat{\mu}) = 2,6712 + 0,4696 ZX_1 + 0,3878 ZX_2 + 13,526 ZX_3 - 0,6854 ZX_4 - 0,6762 ZX_5 - 0,2929 ZX_6 + 0,8194 ZX_7 - 0,2265 ZX_8 - 0,7188 ZX_9$$

$$\ln(\hat{\mu}) = 2,7161 + 0,020043 X_1 + 0,014264 X_2 + 1,011028 X_3 - 0,2801 X_4 - 0,04658 X_5 - 0,01064 X_6 + 0,041993 X_7 - 0,01112 X_8 - 0,07139 X_9$$



#### D. Deteksi Overdispersi

Overdispersi dapat terdeteksi dengan melihat hasil bagi antara nilai devians dengan derajat bebasnya, jika hasil bagi lebih dari 1 maka terjadi kasus overdispersi pada data.

Diketahui bahwa nilai hasil bagi antara devians (851,71) dan derajat bebas (28,00) pada penelitian ini adalah 30,418 dan lebih dari 1 sehingga disimpulkan bahwa pada model regresi Poisson jumlah kasus malaria di Jawa Timur terdapat kasus overdispersi.

#### E. Pemodelan Regresi Binomial Negatif

Sebelum melakukan pemodelan dengan Binomial Negatif terlebih dahulu akan dimasukkan nilai initial  $\theta$  yaitu sebesar 0,36909. Diperoleh estimasi parameter Binomial Negatif sebagai berikut.

Tabel 3. Estimasi Parameter Model Regresi Binomial Negatif

	Estimate	Std.Error	Z Value	P Value
(Intercept)	26,516	0,2337	11,344	5,54e-12 *
ZX <sub>1</sub>	0,5703	0,3703	1,54	0,13477*
ZX <sub>2</sub>	0,3774	0,2668	1,415	0,16821
ZX <sub>3</sub>	14,727	0,2870	5,132	1,94e-05 *
ZX <sub>4</sub>	-0,4841	0,2724	-1,777	0,08641*
ZX <sub>5</sub>	-0,5501	0,3112	-1,767	0,08806*
ZX <sub>6</sub>	-0,1275	0,2709	-0,470	0,64168
ZX <sub>7</sub>	0,8847	0,3165	2,795	0,00927*
ZX <sub>8</sub>	-0,1453	0,3177	-0,457	0,65090
ZX <sub>9</sub>	-0,7206	0,2717	-2,653	0,01301*
<b>Deviance= 28,00      df=28      AIC = 305,03</b>				

\*) signifikan pada alpha 15%.

Berdasarkan hasil pengujian dengan taraf signifikansi 15% didapatkan  $\chi^2_{(9)}$  sebesar 13,463 yang artinya lebih kecil dari nilai deviance (28,00) sehingga tolak  $H_0$  yang berarti paling sedikit ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Hasil pengujian secara individu seperti pada persamaan (7) dengan taraf signifikansi 15% didapatkan  $z_{(0,15/2)}$  sebesar 1,44 dan nilai  $p$ -value yang kurang dari taraf signifikansi 15% maka diperoleh dari sembilan variabel prediktor hanya terdapat enam variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus malaria di Jawa Timur. Diantaranya adalah  $X_1$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$ ,  $X_7$ , dan  $X_9$ . Berikut ini merupakan model regresi Binomial Negatif.

$$\ln(\hat{\mu}) = 2.6516 + 0.5703 Z X_1 + 0.3774 Z X_2 + 1.4727 Z X_3 - 0.4841 Z X_4 - 0.5501 Z X_5 - 0.1275 Z X_6 + 0.8847 Z X_7 - 0.1453 Z X_8 - 0.7206 Z X_9$$

$$\ln(\hat{\mu}) = 1.074293 + 0.024341 X_1 + 0.013881 X_2 + 1.100799 X_3 - 0.19783 X_4 - 0.03789 X_5 - 0.00463 X_6 + 0.04534 X_7 - 0.00713 X_8 - 0.07157 X_9$$

#### F. Pengujian Spasial

Berdasarkan hasil pengujian heterogenitas diperoleh nilai statistik uji *Breusch-Pagan* sebesar 15,3929 dengan  $p$ -value 0,08069. Digunakan  $\alpha$  sebesar 15% maka didapatkan

$\chi^2_{(9,0,15)}$  sebesar 13,463. Sehingga didapatkan kesimpulan bahwa variansi antar lokasi tidak sama atau terdapat perbedaan karakteristik antara satu titik pengamatan dengan titik pengamatan lainnya. Berdasarkan hasil pengujian dependensi spasial diperoleh  $p$ -value sebesar 0,003559 sehingga dengan alpha 15% didapatkan kesimpulan bahwa terdapat dependensi spasial yang artinya bahwa pengamatan suatu lokasi bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan.

#### G. Pemodelan GWNBR

Dalam melakukan pemodelan dengan GWNBR digunakan fungsi *adaptive bisquare*. Terdapat dua macam pengujian parameter untuk model GWNBR yaitu pengujian kesamaan model dengan Binomial Negatif, pengujian signifikansi parameter yaitu serentak dan parsial.

##### a. Pengujian Kesamaan

Pengujian pertama yang dilakukan adalah menguji kesamaan antara model GWNBR dengan model regresi Binomial Negatif. Berdasarkan perhitungan manual diperoleh nilai devians GWNBR sebesar 201,2594 dan nilai  $F_{hit}$  yang diperoleh sebesar 0,447184. Dengan menggunakan nilai alpha 10% maka didapatkan  $F_{(0,1,28,90)}$  sebesar 1,442. Jika dibandingkan maka diperoleh kesimpulan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara model Binomial Negatif dengan model GWNBR.

##### b. Pengujian Signifikansi Parameter

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai devians model GWNBR sebesar 201,2594. Dengan alpha 10% didapatkan  $\chi^2_{(9)}$  sebesar 14,684 yang artinya minimal ada satu parameter model yang signifikan berpengaruh terhadap model GWNBR.

Pada pengujian secara parsial bertujuan untuk mengetahui variabel-variabel mana saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon pada tiap-tiap lokasi. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai  $Z_{hit}$  yang berbeda-beda tiap lokasi, hal tersebut dibandingkan dengan nilai  $Z_{(0,05)}$  yaitu 1,64. Didapatkan hasil pengelompokkan sebanyak tiga kelompok berdasarkan variabel yang signifikan. Berikut adalah pengelompokkan kabupaten/kota yang dihasilkan dari metode GWNBR.

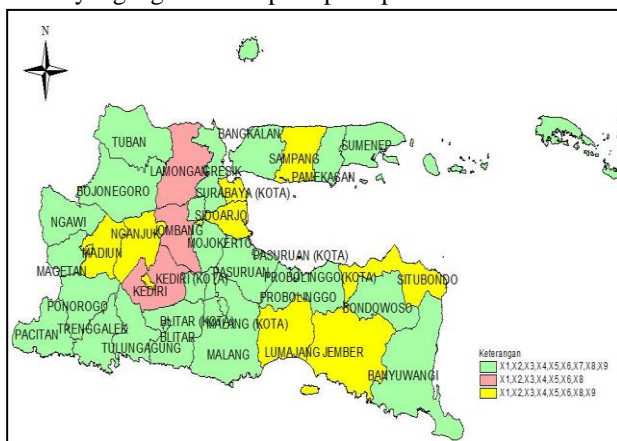
Tabel 4. Pengelompokkan Kabupaten/Kota di Jawa Timur

No	Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan
1	Kab.Pacitan, Kab.Ponorogo, Kab.Trenggalek, Kab.Tulungagung, Kab.Blitar, Kab.Malang, Kab. Banyuwangi, Kab. Bondowoso, Kab.Probolinggo, Kab.Pasuruan, Kab.Mojokerto, Kab.Magetan, Kab.Ngawi, Kab. Bojonegoro, Kab.Tuban, Kab.Gresik, Kab.Bangkalan, Kab. Pamekasan, Kab.Sumenep, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Batu	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$
2	Kab.Kediri, Kab.Jombang, Kab.Lamongan,	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8$
3	Kab.Lumajang, Kab.Jember, Kab.Situbondo, Kab.Sidoarjo, Kab.Nganjuk, Kab.Madiun, Kab.Sampang, Kota Kediri, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Surabaya	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_8, X_9$

Terdapat variabel-variabel yang signifikan di keseluruhan kelompok dan disebut sebagai variabel global yaitu  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$ , dan  $X_8$ . Kelompok pertama dengan jumlah anggota terbanyak yaitu 24 kabupaten/kota dan lebih mendominasi daripada kelompok yang lain. Dimana keseluruhan variabel prediktor yaitu ketujuh variabel global ditambah dengan persentase pengobatan ACT( $X_7$ ) dan persentase rumah tangga tinggal di daerah kumuh ( $X_9$ ) berpengaruh terhadap jumlah kasus malaria di kelompok tersebut sehingga perlu diperhatikan untuk menekan angka kejadian malaria. Letak dari 24 kabupaten/kota yang termasuk di dalam kelompok pertama adalah menyebar atau tidak berkumpul pada daerah tertentu.

Untuk kelompok kedua yang mana variabel yang signifikan adalah terdiri dari variabel global saja, memiliki anggota yang paling sedikit sebanyak 3 yaitu Kabupaten Kediri, Jombang dan Lamongan. Ketiganya merupakan daerah dengan lokasi yang cukup berdekatan yaitu berada di wilayah Provinsi Jawa Timur bagian tengah. Ketiga daerah tersebut bukan merupakan daerah yang endemis terhadap malaria karena kasus yang terjadi sepanjang tahun 2013 juga tidak terlalu tinggi. Untuk penekanan atau membasmi kasus malaria maka perlu diperhatikan adalah lebih memperhatikan kepada ketujuh variabel global.

Kelompok ketiga dengan anggota sebanyak 11 kabupaten/kota dengan variabel yang signifikan adalah tujuh variabel global ditambah dengan persentase rumah tangga tinggal di daerah kumuh ( $X_9$ ). Letak dari anggota kelompok ketiga adalah menyebar, tiga kabupaten berada di bagian timur dan saling berdekatan, tiga yang lain yaitu Kota Surabaya, Mojokerto dan Kabupaten Sidoarjo yang letaknya berdekatan, Kabupaten Sampanga di Pulau Madura dan empat sisanya adalah Kabupaten Madiun, Kota Madiun, Kota Kediri, dan Kabupaten Nganjuk yang letaknya saling berdekatan. Pengelompokan berdasarkan variabel yang signifikan seperti pada peta berikut.



Gambar 1. Pengelompokan Kabupaten/ Kota di Jawa Timur berdasarkan Variabel yang Signifikan untuk Jumlah Kasus Malaria

Pada pemodelan dengan menggunakan GWNBR diperoleh nilai AIC 292,5502. Apabila dibandingkan dengan nilai AIC pada regresi Poisson (1006,8) dan regresi Binomial Negatif (305,03) maka dapat dikatakan bahwa GWNBR merupakan metode yang paling baik dan tepat untuk memodelkan jumlah kasus malaria di Jawa Timur tahun 2013

Sebagai contoh disajikan pengujian parameter pada lokasi penelitian yang ke-6 ( $u_6, v_6$ ) yaitu Kabupaten Kediri.

Tabel 5. Pengujian Parameter Model GWNBR di Kota Kediri

	<i>Estimate</i>	<i>Z Value</i>
(Intercept)	2,7879153	9,1884664*
$ZX_1$	0,1667615	45,4010372*
$ZX_2$	0,1791626	7,1600645*
$ZX_3$	0,8114878	4,7174246*
$ZX_4$	-0,5532282	15,3113418*
$ZX_5$	-0,4616480	-15,2708943*
$ZX_6$	-0,0591264	-14,6159200*
$ZX_7$	0,1887483	-1,5056940
$ZX_8$	-0,0068399	4,0356307*
$ZX_9$	-0,1505248	-0,1563691
$\theta$	0,3232761	

\*) signigikan pada alpha 10%.

Dengan alpha 10% maka  $z_{(0,05)}$  adalah 1,64 sehingga dapat diketahui variabel yang signifikan di Kabupaten Kediri adalah  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$  dan  $X_8$  sehingga dapat dibentuk model sebagai berikut.

$$\ln(\hat{\mu}_6) = 2.7879153 + 0.1667615ZX_1 + 0.1791626ZX_2 + 0.8114878ZX_3 - 0.5532282ZX_4 - 0.4616480ZX_5 - 0.0591264ZX_6 + 0.1887483ZX_7 - 0.0068399ZX_8 - 0.1505248ZX_9$$

$$\ln(\hat{\mu}_6) = 2.7544458 + 0.007118X_1 + 0.00659X_2 + 0.606563X_3 - 0.22608X_4 - 0.0318X_5 - 0.00215X_6 + 0.009673X_7 - 0.00034X_8 - 0.1495X_9$$

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada tahun 2013 persebaran kasus malaria Jawa Timur hampir terjadi di sebagian besar kabupaten/kota. Jumlah kasus malaria tertinggi adalah di Kabupaten Trenggalek. Pemodelan jumlah kasus malaria dengan menggunakan regresi Poisson didapatkan bahwa seluruh variabel prediktor signifikan terhadap variabel respon. Sedangkan dengan menggunakan regresi Binomial Negatif terdapat variabel yang tidak signifikan yaitu  $X_2, X_6$  dan  $X_8$ . Berdasarkan pengelompokan kabupaten/kota menurut variabel yang signifikan pada kasus malaria diperoleh 3 kelompok. Kelompok pertama diperoleh keseluruhan variabel signifikan. Kelompok kedua variabel yang signifikan pada kabupaten/kota tersebut adalah seperti kelompok pertama kecuali persentase penderita malaria dengan program ACT ( $X_7$ ), dan persentase rumah tangga tinggal di daerah kumuh ( $X_9$ ). Untuk kelompok ketiga variabel yang signifikan seperti kelompok pertama kecuali persentase penderita malaria dengan program ACT ( $X_7$ ). Terdapat variabel yang berpengaruh pada kasus malaria di semua kelompok yang disebut dengan variabel global yaitu persentase rumah sehat ( $X_1$ ), persentase rumah tangga dengan pembuangan limbah sehat ( $X_2$ ), persentase puskesmas ( $X_3$ ), persentase penyuluhan kesehatan ( $X_4$ ), persentase rumah tangga dengan PHBS ( $X_5$ ), persentase rumah tangga dengan sarana air bersih ( $X_6$ ) dan persentase TUPM sehat ( $X_8$ ). Dengan menggunakan metode GWNBR diperoleh nilai AIC terkecil sehingga dikatakan metode ini

yang paling tepat untuk memodelkan jumlah kasus malaria di Jawa Timur. Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan penelitian kembali metode GWNBR dengan pembobot kernel yang lain serta melakukan penelitian khususnya pada kabupaten dengan kasus malaria tertinggi yaitu Trenggalek dengan menggunakan data primer (survey). Selain itu berdasarkan model GWNBR didapatkan pengelompokkan menurut variabel yang signifikan pada tiap wilayah sehingga diharapkan kedepannya ada pengurangan rata-rata jumlah kasus malaria atau membebaskan Jawa Timur dari malaria.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yawan, S. F. (2006). *Faktor Resiko Kejadian Malaria di Puskesmas Bosnik Kecamatan Biak Timur Papua*. Thesis jurusan Kesehatan Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2] Depkes RI. (2001). *Modul Epidemiologi Malaria tahun 2011*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- [3] Badan Pusat Statistik. Sensus Penduduk 2010 . diakses pada 20 Desember 2014, sumber [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id).
- [4] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2013). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2013*. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur: Surabaya
- [5] Ariska, P. (2013). *Analisis Regresi pada Prevalensi Malaria di Maluku, Maluku Utara, Papua dan Papua Barat dengan Faktor yang Mempengaruhinya*. Tugas Akhir jurusan Statistika. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [6] Agresti, A. *Categorical Data Analysis Second Edition*. New York : John Wiley & Sons, 2002.
- [7] Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [8] Hilbe, J. M. (2011). *Negative Binomial Regression, Second Edition*. New York: Cambridge University Press.
- [9] Ricardo, A. and Carvalho, T.V.R. *Geographically Weighted Negative Binomial Regression-Incorporating Overdispersion*. Business Media New York : Springer Science, 2013.
- [10] Baba, I., Hadisaputro, S., & Suwandi. (2006). Faktor-faktor Resiko yang Mempengaruhi Kejadian Malaria. halaman 2.
- [11] Thomas, S., Rona, D., & Djamaludin, I. (2011, Desember). Faktor Perilaku yang Berpengaruh terhadap Kejadian Malaria di daerah Endemis Malaria. halaman 16